ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Über das Treiben ruhender Pflanzen mit Rauch

Von

Hans Molisch

w. M. K. Akad.

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der k. k. Universität in Wien
Nr. 84 der zweiten Folge

(Mit 3 Tafeln)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Jänner 1916)

I. Einleitung.

Durch meine zwei in diesen Berichten niedergelegten Untersuchungen[1] über den Einfluß des Rauches, insbesondere des Tabakrauches, auf die Pflanze wurde gezeigt, daß der Tabakrauch auf die junge und auf die erwachsene Pflanze einen mehr oder minder schädlichen Einfluß ausübt.

Die Empfindlichkeit ist in hohem Grade verschieden. Manche Gewächse, wie *Tradescantia guianensis*, *Echeveria*-Arten und *Tolmiaca Menziesii* werden, wenn die Einwirkung nicht allzulange dauert, nicht merklich oder wenig geschädigt, hingegen werden Keimlinge der Wicke, der Erbse, der Bohne, Sonnenrose und viele andere in ganz überraschender Weise abnorm beeinflußt. Auch die erwachsene Pflanze kann auf Tabakrauch auffallend reagieren, sei es, daß ihre Blätter chemonastische Bewegungen ausführen, sei es, daß die Blätter abgeworfen werden, sei es, daß die Anthokyanbildung gehemmt wird oder die Lentizellen zu Wucherungen veranlaßt werden.

[1] H. Molisch, Über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze. I. und II. Teil; diese Sitzungsber., Abt. I, 120. Bd. (1911), p. 3 bis 30 und p. 813 bis 838.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Noch schädlicher wirkt der Tabakrauch auf Mikroorganismen, denn zahlreiche Bakterien, Amöben, Flagellaten und Infusorien werden nicht bloß geschädigt, sondern oft schon nach relativ kurzer Zeit getötet.

Eine der auffallendsten Tatsachen, die sich bei meinen Untersuchungen ergab, war unter anderem der außerordentlich beschleunigende Einfluß des Rauches auf den Blattfall. Namentlich Leguminosen warfen die Blätter unter der Einwirkung von Tabak-, Papier- oder Holzrauch in überraschend kurzer Zeit ab. *Mimosa pudica*, *Caragana arborescens*, *Robinia pseudacacia* und andere lassen ihre Blätter schon nach 24 bis 48 Stunden fallen.

Da der Laubfall bekanntlich auf der Bildung eines Meristems am Grunde des Blattstieles, der sogenannten Trennungsschichte beruht, so ergibt sich, daß der Tabakrauch nicht bloß Zellen schädigt und zerstört, sondern unter Umständen auch Neubildung und Wachstum von Zellen anzuregen vermag. Diese Anregung muß eine sehr intensive sein, denn sonst könnte der Laubfall nicht schon in so kurzer Zeit eintreten.

Mutatis mutandis läßt sich das gleiche auch für die erwähnten Lentizellenwucherungen behaupten. Diese entstehen bekanntlich bei zahlreichen Gewächsen in dunstgesättigtem Raume. Stengel von *Boehmeria polystachya*, *Goldfussia glomerata*, *Salix rubra*, *Sambucus nigra* u. a. entwickeln derartige Wucherungen unter dem Einfluß von Tabakrauch viel rascher und häufiger. Wir haben also auch hier wieder einen Fall, wo der Rauch Bildung und Wachstum von Zellen fördert.

Diese beiden angeführten Tatsachen von dem fördernden Einfluß auf die Anlage und die Ausbildung bestimmter Gewebe legte mir die Vermutung nahe, daß der Rauch vielleicht auch auf die Abkürzung der Ruheperiode wirkt, das Wachstum der Vegetationspunkte anregt und, wenn dies der Fall sein sollte, daß er ein einfaches und praktisches Mittel zum Treiben ruhender Gewächse abgeben könnte.

Von diesem Gedankengang geleitet, habe ich die folgenden Versuche, die meine Vermutung aufs glänzendste bestätigten, in der letzten Treibperiode ausgeführt.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

II. Methodik.

Die zu prüfenden Zweige wurden unmittelbar vor der Einleitung des Versuches abgeschnitten, und zwar immer von demselben Individuum. Dies ist durchaus notwendig, denn die Individualität spielt auch bezüglich des Treibens eine große Rolle; würde man die Zweige einer Pflanzenart zu einem Versuche von verschiedenen Individuen nehmen, so kann es leicht vorkommen, daß die Ergebnisse des Versuches dadurch getrübt werden.

Verwendet wurden gewöhnlich ein- bis zweijährige Zweige von 20 bis 25 *cm* Länge, möglichst gleicher Dicke und stets mit Endknospen. Zuweilen kamen $^1/_2$ bis 1 *m* lange Zweige zur Verwendung, wenn es sich um orientierende Versuche handelte. Endlich wurde auch mit eingetopftem Flieder und mit Convallarien-»Keimen« gearbeitet.

Die abgeschnittenen Zweige wurden in ein teilweise mit Wasser gefülltes Glasgefäß gestellt, dieses wurde auf eine glasierte Tonschale gebracht und mit einem Glassturz von 7 *l* Rauminhalt bedeckt.

Kurz vor Einstellung der Zweige wurde ein zusammengeknittertes, feuchtes Zeitungspapier (30 *cm* × 20 *cm*) in einen kleinen Blumentopf gegeben, vom Grunde des Topfes angezündet und der Glassturz so darübergehalten, daß zwischen dem unteren Rand des Sturzes und der Tonschale noch etwas Luft in den Innenraum treten konnte, um das Glimmen des Papieres länger zu unterhalten. Das Papier muß im Anfang kurze Zeit aufflammen, aber es handelt sich nicht darum, daß es rasch verbrennt, sondern daß es möglichst viel Rauch entwickelt. Bei einiger Übung gelingt es leicht, durch Heben und Senken des Glassturzes die Verbrennung so zu mäßigen, daß eben recht viel Rauch entsteht.

Sobald die Rauchentwicklung aufhört, hebt man, unter möglichst geringem Verlust von Rauch, die Glocke, schiebt die vorbereiteten Zweige mit dem Glasgefäß darunter und bedeckt wieder mit dem Glassturz, den man nun mit einer fingerdick hohen Wasserschichte absperrt.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Hat sich die Rauchentwicklung gut vollzogen, so erscheint der Raum dicht mit weißem Rauch erfüllt.

Die Rauchteilchen, aus denen der sichtbare Rauch sich zusammensetzt, bestehen nicht, wie man vielfach annimmt, aus schwebenden Kohle- oder Ascheteilchen, sondern, wie ich mich seinerzeit durch spezielle Untersuchungen überzeugte, der Hauptsache nach aus mikroskopischen und ultramikroskopischen Flüssigkeitströpfchen, die eine Lösung verschiedener, häufig flüchtiger Substanzen darstellen. Die Tröpfchen erhalten sich, die Brown'sche Molekularbewegung zeigend,[1] einige Zeit schwebend, fallen schließlich zu Boden oder legen sich an den im Rauchraum befindlichen Gegenständen an, so daß der Rauch verschwunden erscheint. In Wirklichkeit sind die Rauchteilchen durchaus nicht verschwunden, sondern haften der gesamten inneren Oberfläche des abgesperrten Raumes an als kleine Tröpfchen auf der Glaswand, den Zweigen, dem Boden und dunsten von hier die flüchtigen Stoffe aus, die die Pflanzen beeinflussen.

Man darf sich also nicht vorstellen, daß der Rauch, wenn er dem freien Auge unsichtbar geworden ist und sich, wie man zu sagen pflegt, verzogen hat, keine Wirkung auf die Pflanze mehr äußert. Auch der unsichtbar gewordene Rauch wirkt unter dem Glassturze weiter.

Wurden Topfpflanzen geräuchert, so verwendete ich dazu einen großen Vegetationskasten, dessen Wände mit Ausnahme des mit Sand bedeckten Blechbodens aus Glas bestanden und der durch eine Glastür geöffnet und gut geschlossen werden konnte. Die Dimensionen des Kastens waren $50 \times 85 \times 100\,cm$. Der Rauch wurde darin aus Sägespänen (Laubholz) entwickelt. Etwas zusammengeknittertes, feuchtes Zeitungspapier auf einer Tonschale mit einer bis zwei Handvoll Sägespänen bedeckt, genügte, um den Innenraum des Vegetationskastens dicht mit weißem Rauch zu erfüllen.

Bei Verwendung von Tabakrauch unter Glassturz wurde so vorgegangen, daß unter den die Zweige bedeckenden Glas-

[1] H. Molisch, Über die Brown'sche Molekularbewegung in Gasen, sichtbar gemacht durch ein gewöhnliches Mikroskop. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie etc., Bd. XXIV, 1907, p. 97 bis 103.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

sturz (von 7 *l* Inhalt) durch ein knieförmig gebogenes Glasrohr drei Züge Rauch einer Zigarette oder Zigarre hineingeblasen wurden. Bei größeren Stürzen wurde der Größe entsprechend mehr Tabakrauch eingeführt.

Die Pflanzen verblieben in dem Rauchraum gewöhnlich 24 Stunden oder es wurde nach den ersten 24 Stunden die Rauchentwicklung noch einmal wiederholt, worauf die Gewächse nochmals 24 Stunden in der Rauchluft, also im ganzen 48 Stunden verblieben. Die Räucherung erfolgte in allen Fällen bei Zimmertemperatur.

Nachher wurden die Pflanzen aus dem Rauchraum genommen, 1 Stunde an die frische Luft ins Freie gebracht und dann im feuchten Warmhaus im Lichte bei einer Temperatur von etwa 15 bis 20° C. aufgestellt. Hier trat das Resultat, obwohl das Endergebnis wegen der relativ niederen Temperatur länger auf sich warten ließ, immer am klarsten hervor. Treibt man die Pflanzen aber im finsteren, hochtemperierten Raume (22 bis 27° C.), so ist der Unterschied zwischen den Rauch- und Kontrollzweigen weniger deutlich, weil die hohe Temperatur und die Finsternis das Treiben gleichfalls begünstigen und den Treibeffekt, der auf Rechnung des Rauches zu stellen ist, einigermaßen maskieren.

Das Wasser der Glasgefäße, in dem sich die Zweige befinden, muß, um Fäulnis zu verhindern, von Zeit zu Zeit gewechselt werden.

Nach diesen Bemerkungen sollen von meinen, weit die Zahl 100 übersteigenden Versuchen einige mitgeteilt werden.

III. Versuche.

1. Versuch (*Rhus*).

Am 26. X. 1915. Drei Bündel I bis III, von denen jedes je 3 Zweige von *Rhus typhina* enthielt, dienten dem Versuche.

Bündel I, Zweige wurden nicht dem Rauche ausgesetzt (Kontrollversuch).
» II, » » 24 Stunden im Papierrauche belassen.
» III, » » 48 » » » »

Die Räucherung wurde zweimal ausgeführt.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Sodann wurden alle Zweige im Warmhause am Lichte weiter kultiviert. Die Temperatur schwankte hier, wie in allen anderen Versuchen, wenn nichts besonderes bemerkt wird, zwischen 15 bis 20°.

13. XI. 1915. I unverändert.
II treibt stark.
III treibt mäßig.
25. XI. 1915. I unverändert.
II treibt sehr stark, Triebe bereits 4 bis 5 *cm* lang.
III treibt stark, Triebe bereits $2^1/_2$ *cm* lang.

Ergebnis: Die Papierrauchluft wirkt in auffallender Weise abkürzend auf die Ruheperiode von *Rhus typhina*. Geräucherte Zweige treiben schon zu einer Zeit, wo ungeräucherte noch in Ruhe verharren oder kaum Anstalten treffen zu treiben (siehe Fig. 1). Einmaliges Räuchern wirkte besser als zweimaliges.

2. Versuch (*Rhus*).

Am 26. XI. 1915. Fünf Bündel Zweige, I bis V, jedes mit je 3 Zweigen von *Rhus typhina*.

Bündel I, Zweige ohne Rauch (Kontrollversuch).
» II, » wurden 24 Stunden in Papierrauchluft belassen.
» III, » » 48 » » » »
» IV, » » 24 » » Tabakrauchluft »
» V, » » 48 » » » »

Bei III und V wurde die Rauchentwicklung nach den ersten 24 Stunden wiederholt.

Die weitere Kultur erfolgte am Lichte im Warmhause. Das war, wenn nicht etwas Besonderes erwähnt wird, auch bei den folgenden Experimenten der Fall.

4. XII. 1915. Die Knospen schwellen bei II und III sehr gut, bei IV und V gut, bei I noch nicht.
12. XII. 1915. Ebenso.

Ergebnis: Papier- und Tabakrauch verkürzen die Ruheperiode auffallend. Papierrauch wirkte etwas günstiger als Tabakrauch. Den Einfluß des Tabakrauches zeigt Fig. 2. Zwischen den Zweigen, die einmal, und denen, die zweimal der Räucherung unterworfen wurden, zeigte sich zu dieser Zeit kein bemerkenswerter Unterschied.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

3. Versuch (*Forsythia*).

Am 20. XI. 1915. Vier (I bis IV) Bündel von *Forsythia* mit je 3 Zweigen.

Bündel I, Kontrollzweige.
» II, Zweige wurden 24 Stunden Papierrauch ausgesetzt.
» III, » » 48 » » »

Die Räucherung wurde nach den ersten 24 Stunden noch einmal durchgeführt.

» IV, Behandlung wie bei III, aber die Zweige wurden hierauf nicht aus der Rauchluft herausgenommen, sondern verblieben dauernd darin.

3. XII. 1915. I treibt nicht.
II 1 Knospe treibt.
III 15 Knospen treiben, 3 haben sich bereits geöffnet.
IV treibt nicht.

6. XII. 1915. I 1 Blüte.
II 7 Blüten.
III 19 Blüten.
IV kein Treiben.

12. XII. 1915. I 4 Blüten.
II 17 Blüten.
III 23 Blüten.
IV 2 Knospen schwellen.

Ergebnis: Der Papierrauch wirkt sehr günstig auf die Entfaltung der Blüten. Zweimalige Rauchentwicklung treibt stärker als einmalige. Dauernder Verbleib in der Rauchluft wirkt stark verzögernd auf das Treiben der Blütenknospen. Derselbe Versuch mit Tabakrauch ausgeführt, ergab kein so günstiges Resultat, er wirkte viel schwächer treibend.

Eine Wiederholung des Versuches mit Tabakrauch am 26. XI. 1915 zeigte, daß auch Tabakrauch günstig auf das Treiben der Blütenknospen wirken kann.

4. Versuch (*Syringa*).

Am 26. XI. 1915. Fünf Bündel (I bis V) mit je 3 Zweigen von *Syringa vulgaris*.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Bündel I, Zweige wurden nicht dem Rauche ausgesetzt (Kontrollversuch).
» II, » » 24 Stunden im Papierrauche belassen.
» III, » » 48 » » » »
» IV, » » 24 » » Tabakrauche »
» V, » » 48 » » » »

Bei III und V wurde die Rauchentwicklung nach den ersten 24 Stunden wiederholt.

7. XII. 1915. I und III treiben nicht, II, IV und V treiben ein wenig.
12. XII. 1915. I treibt nicht, II mäßig, III wenig, IV stark und V mäßig.
16. XII. 1915. I treibt nicht.
II Triebe 2 *cm* lang.
III Knospen schwellen.
IV und V Triebe 2 *cm* lang.

Ergebnis. Papier- und Tabakrauch wirken sehr gut treibend. Ein Unterschied zwischen Papier- und Tabakrauchversuchen war kaum zu bemerken. Den günstigen Einfluß des Papierrauches auf *Syringa* zeigt Fig. 3.

5. Versuch (*Corylus*).

Am 26. XI. 1915. Fünf Bündel (I bis V) von je 3 *Corylus*-Zweigen mit männlichen Kätzchen.

Bündel I, Zweige wurden nicht dem Rauche ausgesetzt (Kontrollversuch).
» II, » » 24 Stunden Papierrauch ausgesetzt.
» III, » » 48 » » »
» IV, » » 24 » Tabakrauch »
» V, » » 48 » » »

Bei III und V wurde nach den ersten 24 Stunden die Räucherung wiederholt.

4. XII. 1915. Noch kein Treiben.
7. XII. 1915. I treibt nicht.
II bis IV Kätzchen haben sich bereits auf 3 bis 4 *cm* gestreckt.
16. XII. 1915. I wenig gestreckt.
II bis IV stäuben; die Kätzchen sind 6 bis 8 *cm* lang. — Die weiblichen Kätzchen und Laubknospen treiben nicht.

Ergebnis: Papier- und Tabakrauch begünstigen das Aufblühen der männlichen Kätzchen deutlich.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

6. Versuch (*Aesculus*).

Am 10. XI. 1915. Drei Bündel (I bis III) mit je 3 Zweigen von *Aesculus hippocastanum*.

Bündel I, Zweige wurden nicht dem Rauche ausgesetzt.
» II, » » 24 Stunden im Papierrauche belassen.
» III, » » 48 » » » »

Die Räucherung wurde hier nach 24 Stunden wiederholt.

Die weitere Kultur erfolgte unter mit Wasser abgesperrten Glasglocken im finsteren Thermostaten bei 24° C.

20. XI. 1915. Kein Treiben.
24. XI. 1915. » »
29. XI. 1915. I kein Treiben.
II und III Knospen schwellen.
10. XII. 1915. I Knospen schwellen.
II und III haben stark getrieben. Triebe hier 5 bis 7 *cm* lang.

Ergebnis: Der Einfluß des Papierrauches ist unverkennbar. Der Rauch fördert das Austreiben sehr stark, gleichgültig, ob ein- oder zweimal geräuchert wird.

7. Versuch (*Aesculus*).

Am 1. XII. 1915. Zwei 1 *m* lange Zweigsysteme (I und II). Der eine diente zur Kontrolle, der andere wurde 24 Stunden in Sägespänrauchluft belassen. Sodann wurden beide im Warmhause am Lichte weiter kultiviert.

23. XII. 1915. Kontrollzweig zeigt die Knospen unverändert oder etwas geschwollen.
Der Rauchzweig hat schon 3 bis 5 *cm* lange Triebe.

Der Unterschied zwischen den beiden Zweigen war auffallend und veranschaulichte deutlich die begünstigende Einwirkung auf das Treiben der Knospen (siehe Fig. 4). Die Zweige wurden für die Photographie gekürzt.

8. Versuch (*Spiraea*).

Am 1. XII. 1915. Derselbe Versuch wie bei Nr. 7 mit *Spiraea* sp. Der Unterschied zwischen den Sägespänrauch- und Kontrollzweigen war am 23. XII. 1915 auffallend. Die

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Kontrollzweige begannen zwar auch schon zu treiben, aber die geräucherten Zweige hatten bereits fünf- bis zehnmal längere Triebe als die ungeräucherten (Fig. 5).

9. Versuch (*Cornus*).

Am 1. XII. 1915. Derselbe Versuch wie vorher mit 1 *m* langen Zweigen von *Cornus sanguinea*.

23. XII. 1915. Kontrollzweige unverändert oder sie zeigen Schwellen der Knospen.

Die Rauchzweige haben ausgetrieben, die Blättchen entfaltet und die Blütenknospen sehr gut entwickelt.

Siehe Fig. 6.

Aus den geschilderten Versuchen geht mit Sicherheit hervor, daß Rauch, mag er von Papier, Tabak oder Sägespänen herrühren, zur Zeit der Nachruhe die Knospen von *Syringa vulgaris, Rhus typhina, Aesculus hippocastanum, Spiraea* sp., *Forsythia* sp. und die männlichen Kätzchen von *Corylus avellana* zum Austreiben veranlaßt.

Es wirkt also der Rauch ähnlich wie Äther, das Warmbad, die Verletzung und andere Mittel, die man in letzter Zeit gefunden hat, um die Ruheperiode aufzuheben oder abzukürzen.

In Übereinstimmung mit anderen Erfahrungen zeigt sich, daß der Versuch nicht zu jeder Zeit und unter allen Verhältnissen gelingt.

Ich habe meine Versuche mit Flieder am 18. Oktober, als die Zweige noch beblättert waren, begonnen und mich überzeugt, daß der Rauch dann noch nicht auf die Ruheperiode wirkt. Die Fliederzweige, die an diesem Tage 24 bis 48 Stunden dem Rauche ausgesetzt wurden, trieben nicht aus. Noch am 9. März 1916 waren die Knospen großenteils noch in Ruhe und anscheinend völlig unverändert. Anfang November aber gelangen solche Versuche schon recht gut.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Es steht dies im Einklang mit Erfahrungen, die Johannsen auch bei seinem Ätherverfahren[1] und Molisch bei seiner Warmbadmethode[2] gemacht hat. Johannsen hat beobachtet, daß das Austreiben der Fliederknospen schon im Juni durch Entblätterung leicht hervorgerufen werden kann, daß aber bei Flieder Anfang Oktober das Austreiben unterbleibt, hingegen im November und Dezember wieder leicht gelingt. Er unterscheidet daher eine Vor-, Mittel- und Nachruhe. Die Mittelruhe ist die tiefste, sie kann nicht oder nur sehr schwer aufgehoben werden, leicht hingegen die Nachruhe.

Lokaler Einfluß. In meiner »Warmbadmethode« habe ich zahlreiche Versuche mitgeteilt, aus denen hervorgeht, daß die Einwirkung des Warmbades nur lokal ist und nicht von einer gebadeten Stelle auf eine ungebadete übertragen werden kann.

Dasselbe gilt auch von der Einwirkung des Rauches. Setzt man einen Gabelzweig von *Syringa vulgaris* oder *Aesculus hippocastanum* 24 Stunden so dem Tabakrauch aus, daß nur der eine Ast geräuchert wird, der andere nicht, so ergibt sich, daß der geräucherte dem ungeräucherten im Treiben weit vorauseilt.

Diese Versuche wurden in einem zylindrischen, 30 *l* fassenden Glasgefäß mit Glasdeckel gemacht. Da der eine Gabelast sich im Glasgefäß, der andere sich außerhalb desselben befand, so entstand in der Umgebung des Vereinigungspunktes der beiden Gabeläste eine Lücke zwischen dem Glasdeckel und der Gefäßwand. Um das Entweichen des Tabakrauches zu verhindern, wurde die Lücke mit einer mehrfachen Lage von nassem Löschpapier bedeckt. In das 30 *l*-Gefäß wurden etwa 15 Züge Zigarettenrauch eingeblasen.

---

[1] W. Johannsen, Das Ätherverfahren beim Frühtreiben etc. 2. Aufl., Jena 1906, p. 14.

[2] H. Molisch, Über ein einfaches Verfahren, Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode). I. und II. Teil. Diese Sitzungsber., Abt. I, 117. Bd. (1908), p. 28, und 118. Bd. (1909), p. 52. — Derselbe, Das Warmbad als Mittel zum Treiben der Pflanzen. Jena 1909, p. 4.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

IV. Die Praxis des Treibens mit Rauch.

Wir besitzen bekanntlich bereits eine Reihe von Treibmethoden.[1] Kälte (Müller-Thurgau), Ätherisieren (Johannsen), Warmbad (Molisch), Verletzung (Weber), Einspritzen von Äther- und Alkohollösungen (Jesenko), Nährsalze (Lakon), Radium (Molisch), Licht (Jost, Molisch, Klebs), Entfernung der Knospenschuppen (v. Portheim u. Kühn)[2] und anderes wurden als Mittel des Treibens erkannt. Sie alle haben großes wissenschaftliches Interesse. Praktisch bewährt aber haben sich bisher nur zwei: das Äther- und das Warmbadverfahren. Und wie die Sachlage nun lehrt, hat das Warmbad über das Ätherverfahren den Sieg davongetragen, weil es einfacher, billiger und bequemer ist.

In den Gärtnereien Deutschlands und Österreichs, wo ich die Verhältnisse kenne, treibt man fast ausschließlich mit dem Warmbad. Es ist also das eingetreten, was ich schon früher vorausgesagt habe:[3] daß das Warmbad wegen seiner glänzenden Eigenschaften das Ätherbad nach und nach verdrängen wird.

Es entsteht nun die Frage: Wird das Rauchverfahren auch eine praktische Bedeutung erlangen und wird es vielleicht sogar mit dem Warmbad die Konkurrenz erfolgreich aufnehmen können?

Eine abschließende Antwort möchte ich darauf noch nicht geben, da das Rauchverfahren über Laboratoriumsversuche noch wenig hinausgekommen ist und in der Praxis erst im großen ausprobiert werden muß.

Meine Erfahrungen sprechen aber jetzt schon dafür, daß die Rauchmethode der Gärtnerei großen Nutzen leisten dürfte, denn sie läßt an Einfachheit und Billigkeit nichts mehr zu wünschen übrig.

---

[1] Die Literatur darüber findet man in meinen früher zitierten Schriften. Vgl. auch meine »Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei«. Jena 1916, p. 160 bis 174, und A. Burgerstein, Fortschritte der Technik des Treibens der Pflanzen. Progressus rei botanicae, 4. Bd., 1911.

[2] L. v. Portheim und O. Kühn, Studien über die Ruheperiode der Holzgewächse. Österr. bot. Zeitschr., 64. Jahrg., 1914, p. 410.

[3] H. Molisch, Das Warmbad etc., l. c. p. 38.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Da die Gärtner im nächsten Herbst einschlägige Versuche mit Flieder, Convallarien und anderen Pflanzen zu machen geneigt sein werden, so möchte ich ihnen schon jetzt den Weg weisen, wie solche Experimente am zweckmäßigsten anzustellen sind.

Zunächst handelt es sich um einen passenden Raum, in dem der Rauch entwickelt werden soll. Als solchen kann man eine Kiste mit Schiebetür, eine Kammer, ein Klosett, einen Heizraum oder ein kleines, leerstehendes Gewächshaus verwenden, vorausgesetzt, daß diese Räume gut verschließbar sind und den Rauch nicht entweichen lassen.

Will man eingetopften Flieder treiben, so stellt man die Stöcke in den zu räuchernden Raum, z. B. auf den Boden und die Stellagen und erzeugt dann den Rauch.

Als Rauchentwickler empfehle ich als bequem beschaffbares und fast kostenloses Material Sägespäne. Diese werden in einem kleinen Kohlenöfchen auf etwas zusammengeknittertes Zeitungspapier in genügender Menge gestreut und dann entzündet. Die Handhabung ist also eine ganz ähnliche, wie sie beim Räuchern der Gewächshäuser mit Tabakrauch üblich ist, wenn man in einem Rosen- oder *Pelargonium*-Haus die Blattläuse vertilgen will. Der Ofen muß knapp neben der Tür stehen, damit der Arbeiter, sobald er die Sägespäne entzündet hat und die Rauchentwicklung einsetzt, sich rasch außerhalb des Rauchraums aufstellen und von hier aus bei mäßigem Öffnen der Türe die Rauchentwicklung regulieren und schließlich unterbrechen kann.

Als Vorschrift mag gelten, soviel Rauch zu entwickeln, daß der Raum seiner ganzen Ausdehnung nach von einer dichten, weißen Wolke erfüllt ist und die Pflanzen dadurch ganz unsichtbar werden. Dies ist, wenn die Räucherung gut durchgeführt wurde, in 10 bis 30 Minuten erreicht. Man nimmt dann den Ofen, ohne die Türe mehr als nötig ist, zu öffnen, heraus, verschließt die Türe und beläßt nun die Pflanzen 24 bis 48 Stunden in der Rauchluft.

Der Gärtner wird die Beobachtung machen, daß sich der Rauch nach etwa 2 Stunden verzieht (siehe p. 144), aber man darf ja nicht denken, daß die Rauchluft jetzt nicht mehr wirkt

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

und daß man die Pflanzen schon unmittelbar nach dem Verziehen des Rauches aus dem Versuchsraum herausnehmen soll. Dies wäre ein Fehler, denn man darf nicht vergessen, daß die Rauchteilchen in Wirklichkeit nicht verschwunden sind, sondern sich nur gesenkt haben und nunmehr als außerordentlich kleine Tröpfchen an den Pflanzen, Stellagen, Wänden und dem Boden, kurz an der ganzen Oberfläche des Innenraumes haften. Diese Flüssigkeitströpfchen enthalten verschiedene flüchtige Stoffe, dunsten sie ab und wirken damit auf die Pflanze.

Soll die Rauchentwicklung statt in einem Gewächshause oder in einer Kammer in einer Kiste oder einem Kasten stattfinden, wo ein Öfchen nicht gut zu verwenden ist, so genügt es, das Papier lose in einen Blumentopf zu drücken, mit Sägespänen zu bedecken und zu entzünden. Da diese Prozedur nur kurze Zeit erfordert und daher leicht kontrolliert werden kann, erscheint jede Gefahr ausgeschlossen.

Ist die Räucherung durchgeführt und der Rauchherd abgelöscht oder entfernt, dann hält man den Rauchraum 24 bis 48 Stunden möglichst geschlossen. Nach dieser Zeit werden die Pflanzen für ein paar Stunden zwecks der Abdunstung der anhaftenden Rauchteilchen ins Freie gebracht, dann in die Treiberei gestellt und hier in der üblichen Weise behandelt.

Die erste Frage, die der Praktiker aufzuwerfen geneigt sein wird, dürfte die sein: Schadet der Rauch der Pflanze nicht? Würde man beblätterte Pflanzen dem Rauche 1 bis 2 Tage aussetzen, so würden zweifellos zahlreiche Gewächse mehr oder minder großen Schaden leiden. Dies geschieht aber beim Ätherisieren und beim Warmbade auch.

Ganz anders verhält sich aber die Sache, wenn man ruhende, entlaubte Zweige, wie sie der Spätherbst und der Winter bietet, dem Rauche aussetzt. Solche werden durch einen ein- bis zweitägigen Aufenthalt in Rauchluft nicht nur nicht geschädigt, sondern sie werden dadurch, wie wir in vielen Experimenten gesehen haben, sogar veranlaßt, vorzeitig auszutreiben.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

V. Über einige andere Körper, die abkürzend auf die Ruheperiode wirken.

Der Rauch stellt bekanntlich ein Gemisch von Gasen und Dämpfen dar, dessen Chemie erst zum Teil erforscht ist. Sehr oft wurde der Tabakrauch chemisch untersucht.[1] Er enthält unter anderem Nikotin, Pyridinbasen, Blausäure, Schwefelwasserstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Äthylen, Acetylen, Propylen, Methan, Pyridin, Ammoniak u. a. Meiner Meinung nach dürften mehrere dieser Körper in mehr oder minderem Grade[2] die Pflanze beeinflussen, da aber nach den Untersuchungen von Knight und Crocker[3] dem Acetylen und Äthylen der Hauptanteil an jenen Erscheinungen zufällt, die die Keimlinge in der Laboratoriumsluft[4] und Tabakrauchluft[2] zeigen, so war es von vornherein nicht unwahrscheinlich, daß auch diese Körper, die bekanntlich nicht bloß im Tabak-, sondern auch in anderen Raucharten vorkommen, beim Treiben eine Rolle spielen.

Acetylen. Einschlägige Versuche ergaben tatsächlich, daß dieser Kohlenwasserstoff abkürzend auf die Ruheperiode wirkt. Die Versuche wurden in der Weise angestellt, daß unter die Glasglocke, die die Zweige enthielt und die mit Wasser abgesperrt war, etwa 5 *g* Calciumcarbid (C_2Ca) in ein Vogelglas gelegt wurden. Bei der durch die Wasserdämpfe eingeleiteten Zersetzung des Calciumcarbids entsteht Acetylen. Zweige von *Aesculus hippocastanum*, die in dieser mit dem genannten Gas verunreinigten Atmosphäre 24 bis 48 Stunden verweilten und dann im Warmhause weiter kultiviert wurden, trieben in der ersten Hälfte Dezember um 8 bis 14 Tage früher aus als die entsprechenden Kontrollexemplare.

[1] R. Kissling, Handbuch der Tabakkunde, des Tabakbaues und der Tabakfabrikation. Berlin 1905, 2. Aufl., p. 350.

[2] H. Molisch, Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze, l. c., p. 15 bis 19.

[3] J. Knight und Wm. Crocker, Toxicity of Smoke. The bot. Gaz. 1913, *55*, p. 337.

[4] O. Richter, Über die Steigerung der heliotropischen Empfindlichkeit von Keimlingen durch Narkotica; diese Sitzungsber., 1912.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Leuchtgas. Zweige von *Syringa vulgaris*, *Corylus avellana*, *Forsythia* sp. und *Acer*, die in Luft mit etwa 3 bis 6% Leuchtgas 1 bis 2 Tage gehalten wurden, waren im Treiben den Kontrollpflanzen beträchtlich vor. Besonders deutlich zeigte sich dies bei *Syringa*. Beginn des Versuches am 27. November. Der Erfolg darf nicht überraschen, da Leuchtgas Acetylen enthält.

Im Anschlusse seien noch Versuche mit einigen anderen Substanzen besprochen, die zwar mit Rauch nichts zu tun haben, die aber gleichfalls treibend wirken.

Kampfer. Ein Fingerhut voll Kampferkryställchen wurde in ein Vogelglas gegeben und neben die Zweige unter den mit Wasser abgesperrten Glassturz gestellt. Nach 24- bis 48stündigem Aufenthalt in der Kampferluft wurden die Zweige ins Warmhaus gestellt. Versuche, die mit *Rhus typhina* in der Zeit vom 10. bis 30. Dezember durchgeführt wurden, ergaben ein deutliches, positives Resultat. Alle Kampferzweige waren im Austreiben vor. Ein Unterschied zwischen denen, die 24 und 48 Stunden der Kampferatmosphäre ausgesetzt waren, ließ sich nicht bemerken. Auch *Syringa* und *Corylus* (männliche Kätzchen) zeigten Förderung im Treiben.

Chloralhydrat, in fester Form, genau wie bei dem vorhergehenden Versuche angewendet, ergab in der Zeit vom 1. bis 30. Dezember eine deutliche Förderung des Treibens bei *Syringa* und *Rhus*.

Thymol. Anwendung wie vorher. Wirkt sehr günstig auf *Syringa*. Der 24stündige Aufenthalt in Thymolluft ergab bessere Resultate als der 48stündige. Ein schwacher, günstiger Einfluß war auch bei *Corylus* und *Rhus* festzustellen, obwohl die Ruheperiode schon nahezu ausgeklungen war.

Naphthalin wirkte ähnlich.

Aceton desgleichen.

Benzol wirkt, wenn man 2 bis 3 cm^3 in einem Schälchen unter dem Glassturz verdampfen läßt, tötend auf die Zweige.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Wie aus den vorhergehenden Mitteilungen hervorgeht, sind, abgesehen von Äther, Chloroform und Rauch, eine ganze Reihe von Körpern fähig, abkürzend auf die Ruheperiode in einer gewissen Phase derselben einzuwirken. Ich glaube, daß, wenn jemand Lust hätte, organische, flüchtige Körper der aliphatischen und aromatischen Reihe, insbesondere die Alkohole, Aldehyde, aromatischen Kohlenwasserstoffe, Phenole und Terpene auf ihre Treibwirkung zu untersuchen, so würde er zweifellos noch zahlreiche andere solcher Treibstimulantia auffinden können.

Wir wollen alle diese das Treiben anregenden Stoffe, denen die Fähigkeit zukommt, die Ruheperiode abzukürzen, als »Treibstoffe« bezeichnen.

Man wird wohl kaum mit der Annahme fehlgehen, daß alle diese Treibstoffe auf die ruhenden Knospen oder, genauer gesagt, auf ihre Vegetationspunkte chemisch einwirken und dadurch das gewisse »Etwas«, das die Ruhe der Knospe bedingt, ausschalten.

Was dieses geheimnisvolle »Etwas« ist und wie sich die Auslösung aus der Hemmung vollzieht, wissen wir nicht und es erscheint mir derzeit auch nicht sehr aussichtsvoll, den Schleier von diesem Geheimnis zu lüften.

Die Sache wird noch rätselhafter, wenn wir bedenken, daß die Ruheperiode durch so heterogene, ihrer Natur nach so verschiedene Mittel abgekürzt werden kann. Mag die ruhende Knospe durch einen bestimmten Stoff chemisch beeinflußt werden; mag sie einem mehrstündigen Laubad unterworfen werden; mag sie durch die Spitze einer Nadel eine mechanische Verletzung erleiden oder von der unsichtbaren Strahlung des Radiums getroffen werden; immer antwortet die Knospe in derselben Weise: sie gibt ihre Ruhe auf und treibt.

Da man im Äther zuerst einen Treibstoff kennen lernte und da der Äther ein Narkoticum par excellence ist, so hat man die Ätherwirkung auf die Knospe vielfach mit der Narkose in Parallele gestellt oder sie sogar damit identifiziert. Aber nicht mit Recht, denn das Charakteristische der Narkose liegt ja in der Lähmung und in der Aufhebung der Lähmung nach Beseitigung des Narkoticums.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Wenn man eine *Mimosa pudica* in eine Ätheratmosphäre bringt, so stellt sie ihre Bewegungen bald ein, sie wird starr. Wieder in frische, reine Luft gebracht, gewinnt sie von neuem ihre Reizbarkeit und zeigt die Reizbewegungen in gewohnter Weise. Diese Starre der Mimose in der Ätherluft kann mit Recht als Narkose bezeichnet werden. Beim Treiben ist aber der Sachverhalt doch ganz anders, denn hier tritt ja die sichtbare Wirkung des Treibstoffes erst zu einer Zeit auf, wenn der Treibstoff schon längst entfernt worden ist, und das Treiben erscheint dann bloß als eine Folgeerscheinung jener chemischen Revolution, die der Äther in der Knospe hervorruft.

Nichtsdestoweniger kann man die Sache doch in der Literatur so aufgefaßt sehen, als ob es sich beim Treiben z. B. durch Äther um eine Narkose handeln würde, worauf ja das oft gebrauchte Wort vom Ätherrausch der Pflanze hinweist.

Deshalb scheint es mir kein glücklicher Gedanke, die Hypothesen, die man für die Narkose der Tiere und des Menschen aufgestellt hat,[1] auf die Erklärung des Treibens zu übertragen, denn das, was in beiden Fällen zu erklären wäre, gehört ja nicht derselben Erscheinung an.

Der Gegenstand bedarf zur Klärung vorerst noch der Lösung verschiedener Einzelfragen und deshalb will ich mich in dieser Abhandlung mit dem Tatsächlichen bescheiden und die theoretische Erörterung[2] späteren Zeiten überlassen.

VI. Zusammenfassung.

Verschiedene Erfahrungen, die der Verfasser bei der Untersuchung über den Einfluß des Tabakrauches und anderer Raucharten auf die Pflanze seinerzeit gemacht hat, führten ihn auf den Gedanken, daß der Rauch auch ein Mittel abgeben könnte, die Ruheperiode der Pflanzen abzukürzen und ein vorzeitiges Austreiben ruhender Knospen zu veranlassen. Diese Vermutung hat sich glänzend bestätigt.

[1] M. Verworn, Narkose. Jena 1912.

[2] H. Molisch, Warmbadmethode. II. Teil, l. c., p. 681 bis 687.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Wenn man Zweige verschiedener Gehölze zur Zeit ihrer Nachruhe in einen abgeschlossenen Raum bringt, der mit Rauch erfüllt wurde, darin 24 bis 48 Stunden beläßt und dann im Warmhause am Lichte weiter kultiviert, so treiben die »geräucherten« Zweige oft um ein bis drei Wochen früher aus als die ungeräucherten Kontrollzweige.

Diese neue Treibmethode ergab gute positive Resultate bei *Syringa vulgaris*, *Rhus typhina*, *Forsythia* sp., *Corylus Avellana*, *Aesculus hippocastanum*, *Cornus sanguinea*, *Spiraea* sp. u. a.

Es macht keinen wesentlichen Unterschied, ob man sich des Rauches aus Papier, Sägespänen oder Tabak bedient. Bei Versuchen im kleinen, unter Glasglocken, empfiehlt sich Papier- oder Tabakrauch, bei Versuchen in größerem Maßstabe, z. B. für Raucherfüllung eines Kastens oder eines kleinen Gewächshauses, eignet sich vortrefflich Rauch aus Sägespänen.

Welcher Stoff oder welche Stoffe des komplizierten Gasgemisches, das wir Rauch nennen, den wirksamen »treibenden« Faktor darstellen, bedarf besonderer Untersuchungen. Nach anderweitigen Erfahrungen dürften sich mehrere Körper in mehr oder minderem Grade daran beteiligen, vielleicht besonders Acetylen und Äthylen.

Der Rauch schädigt im winterlichen Zustande befindliche Zweige nicht, vorausgesetzt, daß die Rauchwirkung nach ein bis zwei Tagen beendigt und die Zweige dann in reine Luft gebracht werden. Bei dauerndem Aufenthalt in Rauchluft wird das Austreiben der Knospen verzögert und die Triebe werden alteriert.

Beblätterte Pflanzen werden durch Rauch oft geschädigt. So werden die Blätter von *Eupatorium adenophorum*, *Impatiens Sultani*, *Selaginella Martensii*, *Azalea indica* und *Echeveria glauca* durch Sägespänrauch gebräunt und getötet, während die von *Tolmiaea Menziesii* und *Aloë vulgaris* innerhalb 24 Stunden kaum oder gar nicht angegriffen werden. Wir sehen also hier dieselbe Erscheinung wie beim Warmbad,

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

nämlich, daß ruhende Pflanzenteile widerstandsfähiger sind als in voller, vegetativer Tätigkeit befindliche.

Die Zahl der Stoffe, die ruhende Pflanzenteile zu raschem Austreiben veranlassen können — wir wollen sie kurz als »Treibstoffe« bezeichnen — ist jedenfalls eine viel größere als man bisher vermutet hat. So zeigte sich, daß Leuchtgas, Dämpfe von Thymol, Chloralhydrat, Kampfer, Naphthalin, Acetylen und Aceton diese merkwürdige Fähigkeit in mehr oder minder hohem Grade besitzen. Es müssen nicht immer gerade Narkotica sein.

Die Zukunft wird bald lehren, ob die neue Treib-Rauchmethode mit der so bewährten, vom Verfasser untersuchten Warmbadmethode in der Praxis wird erfolgreich konkurrieren können. Wie dem auch sei, jedenfalls vereinigen beide Verfahren so ausgezeichnete Eigenschaften, daß sie dem Praktiker bis zu einem gewissen Grade für gewisse Pflanzen als ideal erscheinen und kaum in Bälde durch Praktischeres und Einfacheres ersetzt werden dürften.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Erklärung der Photographien.

Tafel I.

Fig. 1. *Rhus typhina.* Rechts Zweige, die 24 Stunden in Papierrauchluft waren. Links die Kontrollzweige. Beginn des Versuches am 26. X., Ende des Versuches am 25. XI. Am Ende des Versuches wurden die Zweige photographiert. Die geräucherten Zweige (rechts) treiben, die ungeräucherten (links) treiben noch nicht.

Fig. 2. *Rhus typhina.* Links Zweige, die 24 Stunden Tabakrauchluft ausgesetzt waren, rechts die Kontrollzweige. Beginn des Versuches am 26. XI., Ende am 17. XII. Die Figur zeigt die Zweige nach Beendigung des Versuches. Die geräucherten (links) treiben, die ungeräucherten noch nicht.

Tafel II.

Fig. 3. *Syringa vulgaris.* Links Zweige, die 24 Stunden Papierrauchluft ausgesetzt waren, rechts die Kontrollzweige. Beginn des Versuches am 26. XI., Ende am 16. XII. Die Figur zeigt die Zweige am Ende des Versuches. Die geräucherten (links) treiben, die ungeräucherten nicht.

Fig. 4. *Aesculus hippocastanum.* Zweige links waren 24 Stunden Sägespänrauch ausgesetzt, rechts die Kontrollzweige. Beginn des Versuches am 1. XII., Ende am 23. XII. Nun wurden die Zweige photographiert. Die Rauchzweige (links) haben schon ansehnliche Triebe gebildet, während die Knospen der ungeräucherten (rechts) erst etwas schwellen.

Tafel III.

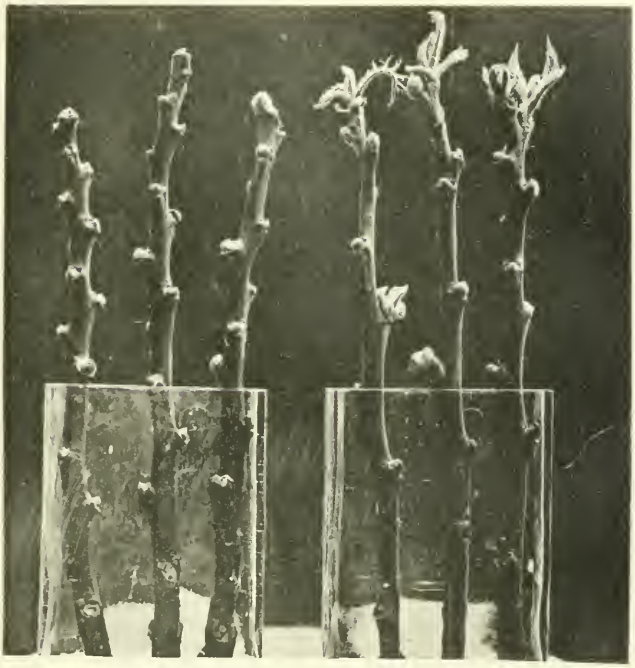
Fig. 5. *Spiraea* sp. Links Zweige, die 24 Stunden Sägespänerauch ausgesetzt waren, rechts die Kontrollzweige. Beginn des Versuches am 1. XII., Ende am 23. XII. Am Ende des Versuches wurden die Zweige photographiert. Die Rauchzweige (links) treiben, stehen schon vor der Blüte, während die Kontrollzweige (rechts) erst zu treiben beginnen.

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

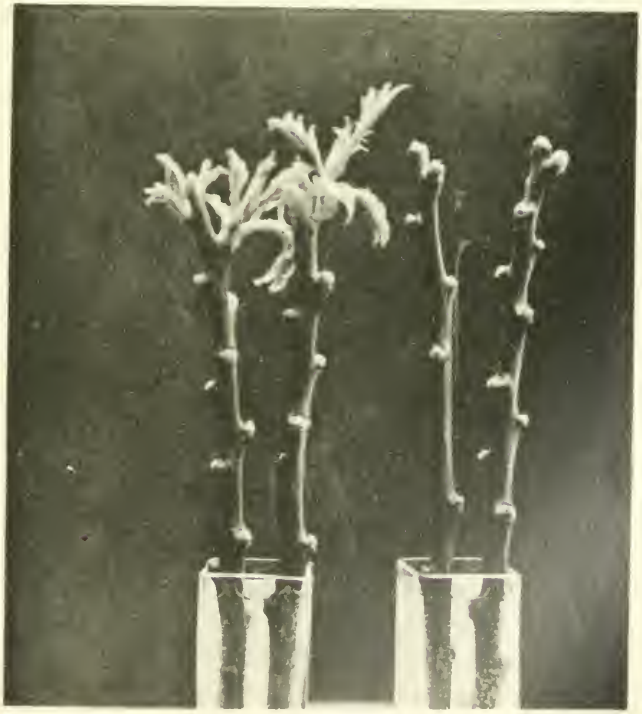
Fig. 6. *Cornus sanguinea*. Zweige rechts waren 24 Stunden Sägespänerauch ausgesetzt, links die Kontrollzweige. Beginn des Versuches am 1. XII., Ende am 23. XII. Nun wurden die Zweige photographiert. Die geräucherten Zweige (rechts) zeigen ansehnliche Triebe mit entwickelten Blättern und Blütenknospen, die ungeräucherten (links) zeigen nur schwellende Knospen.

Molisch phot.

Downloaded from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru



1

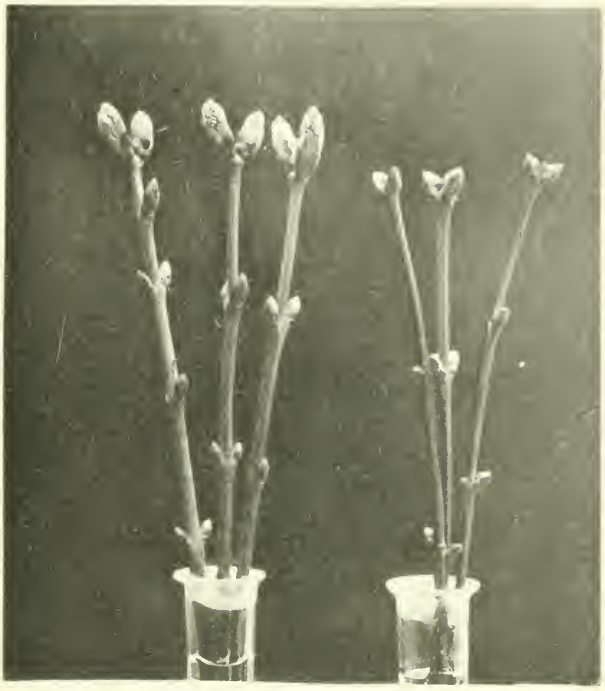


2

Molisch fec. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru



3

4

Molisch fec. Lichtdruck v Max Jaffé, Wien

ownload from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentru

5

6

Molisch fec. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien